

# **KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS PEMBERAIAN *INTERBURDEN* B2C SECARA *RIPPING* PADA TAMBANG BANKO BARAT PIT-1 TIMUR, PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK. UPTE, SUMATERA SELATAN**

## **TECHNICAL AND ECONOMICAL EXAMINATION OF *RIPPING* *INTERBURDEN* B2C AT WEST BANKO PIT-1 EAST, PT BUKIT ASAM (PERSERO), TBK. UPTE, SOUTH SUMATERA**

**Mega Puspita<sup>1</sup>, A. Rahman<sup>2</sup>, Abuamat HAK<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> *Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Inderalaya-Sumatera Selatan, 30662, Indonesia*

*Email : puspitamega93@gmail.com*

### **ABSTRAK**

*Metode yang digunakan dalam pemberaian batuan antara lain adalah ripping, free digging, dan drilling-blasting. Ripping adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk memberai batuan apabila alat gali-muat sudah tidak mampu lagi menggali material tersebut. Karena esensialnya peran ripping, maka perlu kiranya untuk mengkaji metode tersebut dari segi teknis dan ekonomis agar penggunaan ripping dapat dimaksimalkan. Untuk mengkaji metode ripping dari segi teknisnya, dilakukan estimasi produktivitas dozing-ripping/bulan serta pengamatan terhadap hubungan digging time dengan produksi aktual/shift dari Backhoe Excavator Caterpillar E385 CL. Dari segi ekonomis dilakukan kajian terhadap biaya ripping/bcm batuan dengan menggunakan Bulldozer Caterpillar D9R. Biaya ini dihitung dalam dua cara pengadaan alat yaitu rental dan beli. Estimasi produktivitas dozing-ripping/bulan adalah 355.849,2 bcm (empiris) dan 389.428,2 bcm (spesifikasi produsen alat). Rata-rata digging time dari Backhoe Excavator E385 CL adalah 08,88 detik dan rata-rata persentase realisasi ketercapaian produksi adalah 87%. Biaya ripping/bcm batuan dengan rental adalah Rp 5.593,95/bcm sedangkan dengan membeli alat adalah sebesar Rp 3.193,47/bcm. Dapat disimpulkan bahwa dengan membeli alat sendiri akan lebih menguntungkan daripada rental.*

Kata Kunci : ripping, digging time, produksi, rental, alat sendiri.

### **ABSTRACT**

*Methods that can used to rocks loosening are ripping, rock cutting, and drilling-blasting. Ripping is one of the methods that can used to rock loosening when excavator incapable to excavate rocks. Because the role of ripping is very essential to fulfill production target, then it is need to examine ripping in technical and economical so that can maximize the used of that method. To examine ripping in technically, it is need to estimation dozing-ripping production/month and observed digging time of excavator that excavate after-ripping material and relation with actual production/shift of excavator. In economically, it is need to examine the cost of ripping in every bcm rocks by used Bulldozer Caterpillar D9R. Cost of ripping calculated in two ways; rental and owned. From results of observation obtained that dozing-ripping production/month is 355.849,2 bcm (empiris) dan 389.428,2 bcm (caterpillar specification). Average digging time of Backhoe Excavator E385 CL is 08,88 s and average percentration realization of production is 87%. After the calculation, cost of ripping in rental is Rp 5.593,95/bcm and cost of ripping in owned is Rp 3.193,47/bcm. So can conclude that in economically, equipment procurement by owned is more favorable.*

Keywords : ripping, digging time, production, rental, owned.

## 1. PENDAHULUAN

Metode yang digunakan untuk melakukan pemberaian lapisan tanah penutup harus disesuaikan dengan kondisi batuan yang ada. Metode yang biasa digunakan untuk memberai batuan antara lain adalah penggalian secara langsung (*free digging*), penggaruan (*ripping*), dan pemboran-peledakan (*drilling-blasting*). Menurut Bell (2004), *free digging* dapat dilakukan bila nilai *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) material tersebut kurang dari 1,7 MPa. Metode *ripping* dapat dilakukan bila nilai UCS materialnya berkisar antara 1,7 MPa (*easy ripping*) dan 20 MPa (*very hard ripping*), sedangkan metode pemberaian secara *drilling-blasting* dilakukan bila nilai UCS material tersebut lebih dari 20 MPa. Dengan kondisi *interburden* B2C di Tambang Banko Barat Pit-1 Timur yang memiliki nilai UCS sebesar 3,3 MPa, akan sangat sulit untuk dilakukan penggalian secara langsung. Penggunaan *drilling-blasting* juga tidak mungkin dilakukan mengingat jarak tambang yang terlalu dekat dengan pemukiman penduduk sehingga akan mengakibatkan adanya gas beracun, asap, kebisingan, dan getaran akibat ledakan. Pilihan terakhir yang dapat digunakan untuk memberai lapisan tanah penutup pada daerah tersebut adalah *ripping*. Maka penting kiranya untuk mengkaji *ripping* dari segi teknis agar kegiatan penambangan dapat berjalan dengan baik dan dapat memenuhi target produksi yang diinginkan perusahaan. Selain itu, perlu dilakukan kajian dari segi ekonomis guna menentukan sistem pengadaan alat (alat sendiri atau rental) yang paling baik.

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah memperoleh estimasi produktivitas *ripping-dozing*/bulan dengan menggunakan Bulldozer Caterpillar D9R, menentukan hubungan antara *digging time* dan persentase ketercapaian produksi aktual/*shift* dari alat gali-muat, dan membandingkan estimasi biaya *ripping*/bcm batuan antara alat sendiri dan dengan menyewa alat.

Dari hal-hal yang telah disebutkan di atas dapat diperoleh hipotesa bahwa semakin singkat *digging time* maka persentase ketercapaian produksi aktual/*shift* dari alat gali-muat akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan *digging time* merupakan bagian dari waktu edar dan semakin lama waktu edar maka produksi akan semakin rendah sebab waktu edar adalah faktor pembagi dalam perhitungan produktivitas alat gali-muat. Hipotesa kedua yang dapat diambil adalah biaya *ripping*/bcm batuan dengan sistem rental akan lebih mahal dibandingkan dengan membeli alat sendiri. Hal ini dikarenakan pihak kontraktor sebagai *renter* tentunya harus mendapat laba dari pihak yang menyewa alat.

### 1.1. Alat yang Digunakan dalam Proses *Ripping-Dozing*

Dalam proses *ripping-dozing interburden* B2C, alat yang digunakan adalah Bulldozer Caterpillar D9R. Alat ini dilengkapi dengan *blade* jenis *universal blade* (*u-blade*). *Blade* jenis ini memiliki sayap pada sisi-sisinya sehingga memungkinkan untuk mendorong muatan lebih banyak [1]. Untuk penggerakannya, alat ini menggunakan *crawler* sedangkan untuk menggerakkan bilahnya menggunakan tenaga hidrolik sehingga sangat cocok untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi seperti dalam kegiatan penambangan [1]. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan alat penggaru yaitu *ripper* jenis *giant shank ripper*. *Ripper* ini hanya terdiri atas satu *shank* yang memiliki penetrasi maksimum sebesar 1,23 meter [2] dan cocok digunakan untuk menggaru material yang keras [1].

### 1.2. Aktivitas *Ripping-Dozing*

Tahapan dalam proses *ripping-dozing interburden* B2C yang dilakukan pada lokasi penelitian adalah :

- Tahap Pemberian Informasi  
Sebelum dilakukan proses *ripping*, operator *bulldozer* memerlukan informasi dari pengawas (*supervisor*) mengenai lokasi daerah yang akan di-*ripping*.
- Tahap Persiapan Lahan  
Persiapan ini berupa perataan tanah agar tidak terdapat tumpukan batuan atau tanah yang akan menghalangi kerja dari *bulldozer*. Proses perataan tanah ini dilakukan dengan cara mendorong tanah menggunakan *blade* sehingga tidak ada lagi tanah (batuan) yang bertumpuk pada lahan yang akan di-*ripping*.
- Penentuan Jarak (Spasi) dan Metode *Ripping* yang Digunakan  
Jarak *ripping* tergantung dari ukuran material yang ingin dihasilkan, apabila diinginkan material dengan ukuran yang kecil maka jarak *ripping* harus rapat dan begitupun sebaliknya. Metode *ripping* yang digunakan adalah silang-siur yang memotong bidang perlapisan batuan [3].
- Proses *Ripping*  
Proses *ripping* batuan dimulai dengan penetrasi *ripper* ke dalam tanah, lalu *bulldozer* mulai bergerak maju dan secara otomatis *ripper* akan bergerak maju dan membelah batuan yang dilewatinya. *Ripping* harus dilakukan dalam satu garis lurus untuk menghindari patahnya *ripper*. Untuk material yang lebih keras, satu jalur dapat di-*ripping* dua kali atau proses *ripping* dapat diulang kembali.

e. Pendorongan (*Dozing*) Material Hasil *Ripping*

Tahapan ini bertujuan untuk mendorong material hasil dari *ripping* ke arah alat gali-muat sebagai umpan untuk digali serta untuk memudahkan *Bulldozer* Caterpillar D9R melakukan proses *ripping* pada lapisan di bawahnya.

### 1.3. Kemampugaruan (*Rippability*) *Interburden* B2C

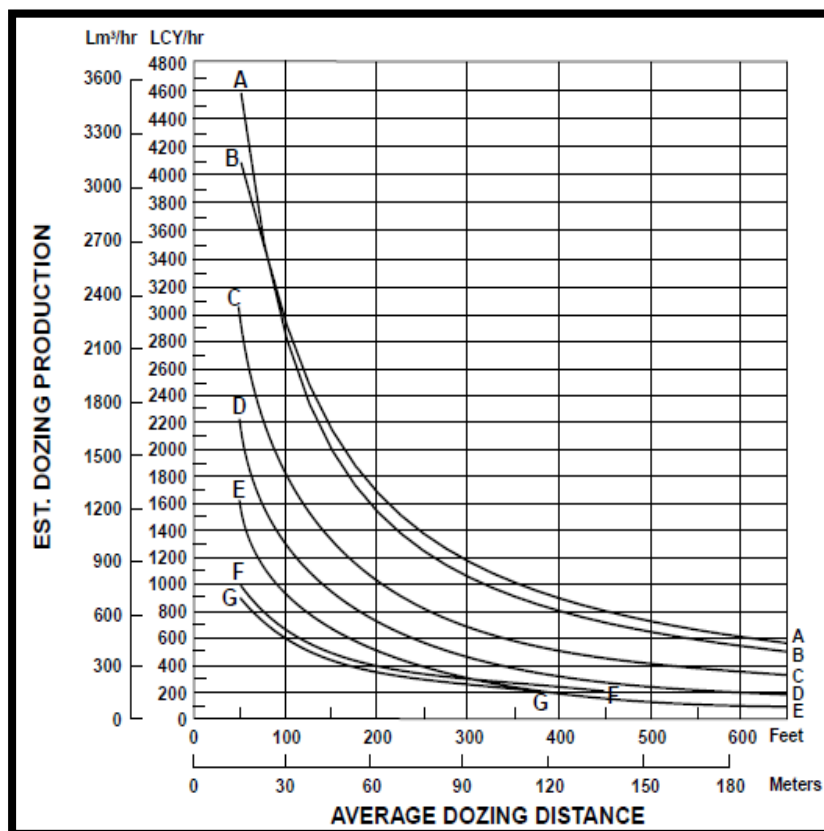
Lapisan *interburden* B2C merupakan perulangan batu lanau dan batu pasir dengan ketebalan mencapai 38 meter. Batu pasir-lanauan ini memiliki *specific gravity* 2,73-2,85 dan nilai UCS 3,30 MPa [4]. Menurut Bell (2004), apabila nilai UCS berkisar antara 3,0-10,0 MPa maka batuan tersebut termasuk kategori *hard ripping* [5]. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa *interburden* B2C pada Tambang Banko Barat Pit-1 dikategorikan *hard ripping* atau cukup sulit untuk dilakukan proses *ripping* pada lapisan tersebut.

### 1.4. Produktivitas *Dozing*

Salah satu cara yang diperkenalkan untuk mengestimasi produktivitas *dozing* adalah dengan menggunakan kurva produksi. Caterpillar memberikan kurva produksi untuk mengestimasi volume material yang dapat didorong oleh Caterpillar Dozers (Gambar 1). Karena pada lokasi penelitian, bulldozer yang digunakan adalah tipe D9R maka untuk mengestimasi produktivitasnya digunakan kurva D. Jumlah produksi yang ada pada kurva tersebut merupakan nilai maksimum yang didasarkan pada kondisi ideal [6], yaitu efisiensi kerja 100% atau 60 menit/jam, *power-shift machine* dengan waktu tetap 0,05 menit, menggunakan *blade* dengan kontrol hidrolik, dan koefisien traksi untuk jenis *track* adalah  $\geq 0,5$  sedangkan untuk jenis *wheel* adalah  $\geq 0,4$ .

Karena estimasi produksi *dozing* yang ada pada kurva adalah produksi maksimum, maka dibutuhkan faktor koreksi agar estimasi tersebut mendekati keadaan aslinya (Tabel 1). Selain itu terdapat grafik hubungan antara persen *grade* dengan faktor koreksi (Gambar 2). Setelah diketahui produksi maksimum dan faktor koreksi maka dapat dilakukan perhitungan produktivitas *dozing* dengan persamaan (1), yaitu :

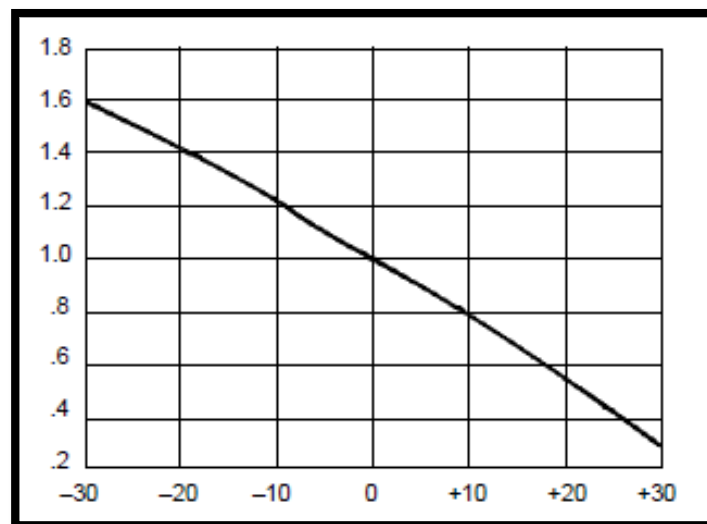
$$\text{Dozing production (lcy/hr)} = \text{Produksi maksimum} \times \text{Faktor koreksi} \quad (1)$$



Gambar 1. Kurva Estimasi Produksi *Dozing* untuk *Universal Blade*

**Tabel 1. Faktor Koreksi Berdasarkan Kondisi Kerja**

<i>Jobs Condition</i>	<i>Track Type</i>
<b>Operator :</b>	
Excellent	1,00
Average	0,75
Poor	0,60
<b>Material :</b>	
Loose stockpile	1,20
Hard to cut; frozen – with tilt cylinder	0,80
Hard to cut; frozen – without tilt cylinder	0,70
Hard to drift (dry, non cohesive material) or very sticky material	0,80
Rock, ripped or blasted	0,60-0,80
Slot dozing	1,20
Side by side dozing	1,15-1,25
Visibility : Dust,rain,snow, fog or darkness	0,80
<b>Job efficiency :</b>	
40 min/hr	0,67
50 min/hr	0,83
Type of bulldozer (use in estimated dozing production curve)	
Grade (see the following graph)	



**Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Persen *Grade* dan Faktor Koreksi**

### 1.5. Produktivitas *Ripping*

Metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi produktivitas *ripping* adalah *estimation by length* [6]. Estimasi ini membutuhkan data seperti kedalaman penetrasi, panjang daerah yang diripping, kecepatan ripping, spasi ripping, waktu maneuver, dan waktu efektif [6]. Berikut adalah rumus-rumus yang digunakan :

$$\text{Total cycle time} = \frac{\text{Panjang Ripping}}{\text{Kecepatan Ripping}} + \text{waktu maneuver} \quad (2)$$

$$\text{Jumlah trip/jam} = \frac{\text{Waktu efektif /jam}}{\text{cycle time}} \quad (3)$$

$$\text{Produksi/trip} = \text{Panjang Daerah Ripping} \times \text{Kedalaman Penetrasi Ripping} \times \text{Jarak Ripping} \quad (4)$$

$$\text{Produksi ripping/jam} = \text{Produksi/trip} \times \text{Jumlah trip} \quad (5)$$

## 1.6. Biaya Kepemilikan dan Operasi Alat Mekanis

*Ownership cost* adalah *fixed cost* yang ada setiap tahunnya tanpa memperhatikan apakah alat tersebut dioperasikan atau tidak, sedangkan *operating cost* adalah biaya yang ada hanya ketika alat tersebut digunakan [7].

### a. Biaya Kepemilikan (*Ownership Cost*)

Biaya kepemilikan alat terdiri dari beberapa faktor, yaitu biaya investasi pembelian alat, depresiasi atau penurunan nilai alat yang disebabkan bertambahnya umur alat, pajak, dan biaya asuransi alat [8].

### b. Biaya Operasi Alat Mekanis

Biaya operasi alat adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk keperluan pengoperasian alat. Pada dasarnya perhitungan biaya operasi didasarkan atas harga satuan dikalikan dengan banyak penggunaan [9]. Biaya operasi ini terdiri atas :

#### 1) Bahan bakar

Kebutuhan bahan bakar per jam berbeda untuk setiap alat, bergantung dari jenis mesinnya. Data-data ini biasanya diperoleh dari pabrik produsen alat atau *dealer* alat yang bersangkutan, atau dapat juga dari data lapangan. Pemakaian bahan bakar per jam akan bertambah bila mesin bekerja berat, sebaliknya bila mesin bekerja ringan maka pemakaian bahan bakar akan berkurang.

#### 2) Pelumas

Besarnya pemakaian pelumas bergantung pada ukuran mesin, kapasitas karter oli, keadaan piston ring, dan lama waktu penggantian pelumas. Lama waktu penggantian ini dipengaruhi oleh kondisi kerja di lapangan, biasanya berkisar antara 100 hingga 200 jam [10].

#### 3) *Filter*

Biaya filter biasanya diambil 50% dari jumlah biaya pelumas di luar bahan bakar [9].

#### 4) Pemeliharaan dan perbaikan alat

Metode perhitungan biaya pemeliharaan dan perbaikan alat dilakukan dengan menggunakan tabel sesuai dengan tipe dan *merk* alat berat tersebut.

#### 5) Penggantian *Undercarriage*

Perhitungan biaya penggantian *undercarriage* ada dua, yaitu versi Komatsu dan versi Caterpillar. Kedua versi ini masing-masing memiliki tabel untuk perhitungan biaya penggantian *undercarriage*.

#### 6) Upah Operator dan atau Mekanik

Besarnya upah operator bergantung dari lokasi pekerjaan, perusahaan yang bersangkutan, peraturan yang berlaku di lokasi kerja, dan kontrak antara operator dengan perusahaannya [9].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan terbagi menjadi dua bagian, yaitu dari segi teknis dan ekonomis. Kajian teknis dilakukan untuk mengestimasi produktivitas *ripping-dozing*/bulan dan menentukan hubungan antara *digging time* dan persentase ketercapaian produksi/*shift*. Dalam mengestimasi produktivitas *ripping-dozing*/bulan, penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran panjang, lebar, dan kedalaman pada daerah yang dilakukan *ripping*, serta mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan *ripping* pada daerah tersebut. Sedangkan untuk mengetahui hubungan antara *digging time* dan persentase ketercapaian produksi/*shift*, penelitian dilakukan dengan melakukan pengambilan data *digging time* dan jam kerja aktual/*shift* dari Backhoe Caterpillar E385 CL yang menggali material hasil *ripping* selama 10 hari. Dalam 10 hari pengamatan tersebut dilakukan juga pengambilan data jumlah *heavy dumptruck* yang mengangkut material hasil *ripping/shift*.

Kajian ekonomis dilakukan untuk membandingkan biaya *ripping*/bcm batuan antara rental dan beli. Dalam mengestimasi biaya *ripping* dengan rental alat, penelitian dilakukan dengan melakukan pengambilan data sekunder seperti harga sewa Bulldozer Caterpillar D9R/jam, harga bahan bakar minyak (BBM) pada lokasi penelitian, dan upah minimum sektoral kabupaten (UMSK) untuk bulan Juni 2014. Sedangkan untuk mengestimasi biaya *ripping* dengan alat yang dibeli sendiri, penelitian dilakukan dengan pengambilan data sekunder seperti harga Bulldozer Caterpillar D9R, harga pelumas, pajak dan asuransi, serta suku bunga modal. Dilakukan pula pengambilan data primer jam kerja Bulldozer Caterpillar D9R/*shift*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Estimasi Produktivitas *Ripping-Dozing* Bulldozer Caterpillar D9R

Dalam menaksir produktivitas *ripping-dozing* ada dua cara yang dapat digunakan, yaitu :

a. Secara Empiris

Cara yang digunakan untuk menaksir produktivitas *ripping-dozing* secara empiris adalah dengan mengestimasi volume batuan yang sedang dikenai kegiatan *ripping-dozing* lalu menghitung waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *ripping-dozing* pada lokasi tersebut sehingga didapatkan estimasi produktivitas *ripping-dozing*/jam. Berikut ini adalah perhitungannya :

Diketahui :

Panjang *front* kerja : 93 ft = 28,21 meter  
 Lebar *front* kerja : 10 meter (2x lebar HD CAT 773E)  
 Kedalaman penetrasi *ripper* : 2462 mm (untuk 2 *layer*)  
 Waktu *ripping-dozing* : 119 menit (07.00 – 08.59)

Penyelesaian :

Volume = panjang x lebar x kedalaman *ripping*  
 = 28,21 meter x 10 meter x 2,46 meter  
 = 693,97 bcm

Produksi/menit =  $\frac{\text{volume}}{\text{waktu } \textit{ripping} - \textit{dozing}}$   
 =  $\frac{693,97 \text{ bcm}}{119 \text{ menit}}$   
 = 5,83 bcm/menit

Produksi/jam = 5,83 bcm/menit x 60 menit  
 = 349,8 bcm/jam

Perhitungan ini dilakukan sebanyak sepuluh (10) kali pengamatan sehingga didapatkan rata-rata yaitu 378 bcm/jam.

Produksi *ripping-dozing*/bulan dapat dihitung sebagai berikut :

Produksi *dozing-ripping*/bulan = Produksi/jam x Jam efektif/*shift* x Jumlah *shift*/hari x Jumlah hari/bulan  
 = 378 bcm/jam x 5,23 jam/*shift* x 3 *shift*/hari x 30 hari/bulan  
 = 177.924,6 bcm/bulan

Pada Tambang Banko Barat Pit-1 Timur, pengupasan *interburden* B2C dilakukan pada 2 lokasi, sehingga produksi *dozing-ripping*/bulan adalah 355.849,2 bcm.

b. Berdasarkan Spesifikasi Produsen Alat

Untuk mengestimasi produktivitas *ripping-dozing* dengan cara ini, perhitungan *dozing* dan *ripping* dilakukan secara terpisah seperti berikut ini :

1) Estimasi Produktivitas *Dozing*

Diketahui :

Kemampuan operator = 0,75 (*estimated average*)  
 Jenis material = 0,70 (*rock, ripped or blasted*)  
 Teknik *dozing* = 1,20 (*slot dozing*)  
 Visibility = 0,80 (*dust*)  
 Job efficiency = 0,83 (*estimated 50 min/hr*)  
 Grade = 1,00 (0%)  
 % *swell* = 50% (*rock*)  
 Jarak *dozing* rata-rata = 80,1 ft

Penyelesaian :

Bila jarak *dozing* rata-rata adalah 80,1 *feet* maka produksi *dozing* maksimum berdasarkan kurva produksi adalah

1.125 lcm/jam. Maka estimasi produksi *dozing*-nya adalah :

Produksi *dozing* = Produksi maksimum x Faktor koreksi  
 = 1.125 lcm/jam x (0,75 x 0,70 x 1,20 x 0,80 x 0,83 x 1,00)  
 = 470,61 lcm/jam  
 = 313,74 bcm/jam

2) Estimasi Produktivitas *Ripping*

Data-data yang digunakan untuk mengestimasi produktivitas *ripping* menurut Caterpillar antara lain adalah :

- Kedalaman penetrasi *ripping*, 1,231 meter.
- Panjang *ripping*, 80,1 *feet* atau 24,27 meter.
- Kecepatan *ripping*, 1,6 km/hour atau 26,6 meter/menit.
- Spasi *ripping*, 0,50 meter
- Waktu manuver, 0,25 menit.
- Waktu efektif /jam, diasumsikan sama seperti sebelumnya yaitu 50 min/jam.

Penyelesaian :

Total cycle time =  $\frac{\text{Panjang } \textit{Ripping}}{\text{Kecepatan } \textit{Ripping}} + \text{waktu maneuver}$

$$= \frac{24,27 \text{ meter}}{26,6 \text{ meter /menit}} + 0,25 \text{ menit}$$

$$= 1,16 \text{ menit}$$

$$\text{Jumlah trip/jam} = \frac{\text{Waktu efektif /jam}}{\text{cycle time}}$$

$$= \frac{50 \text{ menit}}{1,16 \text{ menit}}$$

$$= 43 \text{ trip}$$

$$\text{Produksi/trip} = \text{Panjang ripping} \times \text{kedalaman penetrasi} \times \text{jarak ripping}$$

$$= 24,27 \text{ meter} \times 1,23 \text{ meter} \times 0,50 \text{ meter}$$

$$= 14,93 \text{ bcm/trip}$$

$$\text{Produksi/jam} = \text{produksi/trip} \times \text{jumlah trip}$$

$$= 14,93 \text{ bcm/trip} \times 43 \text{ trip/jam}$$

$$= 641,99 \text{ bcm/jam}$$

Menurut Caterpillar, hasil estimasi ini biasanya lebih besar 10%-20% dari produksi sebenarnya sehingga :

$$\text{Produksi sebenarnya} = 641,99 \text{ bcm/jam} - (20\% \times 641,99 \text{ bcm/jam})$$

$$= 641,99 \text{ bcm/jam} - 128,40 \text{ bcm/jam}$$

$$= 513,59 \text{ bcm/jam}$$

### 3) Produksi Gabungan *Ripping-Dozing*

$$\text{Produksi Gabungan} = \frac{\text{Produksi Dozing} + \text{Produksi Ripping}}{2}$$

$$= \frac{313,74 + 513,59}{2}$$

$$= 413,67 \text{ bcm/jam}$$

$$\text{Produksi dozing-ripping/bulan} = \text{Produksi/jam} \times \text{Jam efektif/shift} \times \text{Jumlah shift/hari} \times \text{Jumlah hari/bulan}$$

$$= 413,67 \text{ bcm/jam} \times 5,23 \text{ jam/shift} \times 3 \text{ shift/hari} \times 30 \text{ hari/bulan}$$

$$= 194.714,1 \text{ bcm/bulan}$$

Pada Tambang Banko Barat Pit-1 Timur, pengupasan *interburden* B2C dilakukan dalam 2 lokasi, sehingga produktivitas *dozing-ripping*/bulan adalah 389.428,2 bcm.

## 3.2. Digging Time dan Persentase Realisasi Ketercapaian Produksi

Nilai *digging time* selama 10 kali pengamatan yang diambil di lapangan dirata-ratakan dengan menggunakan distribusi frekuensi. Sedangkan untuk persentase realisasi ketercapaian produksi dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah jam jalan BK-81/shift aktual} &= 5,5 \text{ jam} \\ \text{Standar produktivitas Caterpillar E385 CL/jam} &= 430 \text{ bcm} \\ \text{Jumlah HD yang mengangkut material ripping/shift aktual} &= 82 \text{ HD} \\ \text{Volume HD Caterpillar 773E} &= 26 \text{ bcm} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\text{Produksi aktual/shift} = \text{Jumlah HD/shift} \times \text{Volume HD}$$

$$= 82/\text{shift} \times 26 \text{ bcm}$$

$$= 2.132 \text{ bcm/shift}$$

$$\text{Rencana produksi/shift} = \text{jam jalan/shift aktual} \times \text{Standar produktivitas/jam}$$

$$= 5,5 \text{ jam} \times 430 \text{ bcm/jam}$$

$$= 2.365 \text{ bcm/shift}$$

$$\text{Persentase ketercapaian aktual} = \frac{\text{Produksi Aktual}}{\text{Rencana Produksi}}$$

$$= \frac{2132 \text{ bcm /shift}}{2365 \text{ bcm /shift}}$$

$$= 90\%$$

Perhitungan persentase realisasi ketercapaian produksi ini dilakukan sebanyak 10 kali sesuai data yang didapat saat pengamatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel (Tabel 2).

### 3.3. Estimasi Biaya *Ripping*/Bcm Batuan

Dalam mengestimasi biaya *ripping*/bcm batuan, perhitungan dilakukan menggunakan dua (2) sistem pengadaan alat, yaitu :

#### a. Rental Alat

Diketahui :

Tarif Dasar	= Rp 1.373.060,83/jam
BBMb	= Rp 13.538/liter
UMSKb	= Rp 1.900.000;
Produksi/jam	= 378 bcm/jam

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 TK &= TD \times \left( 1 + \left( 31,10\% \times \frac{(BBMb - \text{Rp } 5.760)}{\text{Rp } 5.760} \right) + \left( 11,91\% \times \frac{(UMSKb - \text{Rp } 965.000)}{\text{Rp } 965.000} \right) \right) \\
 &= TD \times \left( 1 + \left( 31,10\% \times \frac{(\text{Rp } 13.358 - \text{Rp } 5.760)}{\text{Rp } 5.760} \right) + \left( 11,91\% \times \frac{(\text{Rp } 1.900.000 - \text{Rp } 965.000)}{\text{Rp } 965.000} \right) \right) \\
 &= TD \times (1 + (0,42) + (0,12)) \\
 &= \text{Rp } 1.373.060,83 \times (1,54) \\
 &= \text{Rp } 2.114.513,68/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Biaya *ripping*/bcm batuan dengan rental alat adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Ripping} &= \frac{\text{Tarif sewa alat /jam}}{\text{produksi /jam}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 2.114.513,68/\text{jam}}{378 \text{ bcm /jam}} \\
 &= \text{Rp } 5.593,95/\text{bcm}
 \end{aligned}$$

#### b. Beli Alat

Biaya *ripping*/bcm batuan dengan menggunakan sistem beli terdiri atas biaya kepemilikan dan biaya operasi.

##### 1) Biaya Kepemilikan Bulldozer Caterpillar D9R

Diketahui :

Harga alat (P)	= Rp 5.480.000.000;
Umur alat (n)	= diasumsikan 5 tahun
Jam kerja alat/tahun	= 5507 jam/tahun
Nilai sisa alat (F)	= Rp 548.000.000 (10% dari harga alat)
Bunga modal	= diasumsikan 12%
Pajak & asuransi	= diasumsikan 8%
i	= 20% = 0,2

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 A &= P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] - S \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right] \\
 &= 5.480.000.000 \left[ \frac{0,2(1+0,2)^5}{(1+0,2)^5 - 1} \right] - 548.000.000 \left[ \frac{0,2}{(1+0,2)^5 - 1} \right] \\
 &= 5.480.000.000 \left[ \frac{0,498}{1,488} \right] - 548.000.000 \left[ \frac{0,2}{1,488} \right] \\
 &= 1.843.032.262 - 73.655.912,8 \\
 &= \text{Rp } 1.769.376.349/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Kepemilikan/jam} &= \frac{A}{\text{jam kerja alat /tahun}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 1.769.376.349/\text{tahun}}{5507 \text{ jam /tahun}} \\
 &= \text{Rp } 321.295,87/\text{jam}
 \end{aligned}$$



**Tabel 2. Digging Time dan Persentase Realisasi Ketercapaian Produksi dari Backhoe Caterpillar E385 CL**

Pengamatan Ke-	Rata-Rata <i>Digging Time</i> (detik)	Persentase Realisasi Ketercapaian Produksi
1 (30 pengamatan)	08,51	90 %
2 (30 pengamatan)	10,40	77 %
3 (30 pengamatan)	07,87	96 %
4 (30 pengamatan)	09,66	81 %
5 (30 pengamatan)	08,98	83 %
6 (30 pengamatan)	07,42	103 %
7 (30 pengamatan)	08,72	86 %
8 (30 pengamatan)	08,52	87 %
9 (30 pengamatan)	09,90	79 %
10 (30 pengamatan)	08,82	85 %
Rata-rata	08,88	87

2) Biaya Operasi Bulldozer Caterpillar D9R

a) Biaya Bahan Bakar

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Bahan Bakar} &= \text{Daya mesin} \times \text{Faktor Operasi} \times \text{Faktor Pemakaian} \times \text{Harga} \\
 &= 405 \text{ hp} \times 0,73 \times 0,15 \text{ liter/fwhp.jam} \times \text{Rp } 13.538 \\
 &= \text{Rp } 600.376,46/\text{jam}
 \end{aligned}$$

b) Biaya Pelumas

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Pemakaian Pelumas} &= \frac{\text{HP} \times f \times 0,003 \left( \frac{\text{kgHP}}{\text{liter}} \cdot \text{jam} \right)}{0,89 \left( \frac{\text{kg}}{\text{liter}} \right)} + \frac{C \text{ (liter)}}{t \text{ (jam)}} \\
 &= \frac{405 \times 0,73 \times 0,003}{0,89} + \frac{77,2 \text{ liter}}{200 \text{ jam}} \\
 &= 0,99 + 0,39 \text{ liter/jam} \\
 &= 1,38 \text{ liter/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pelumas/jam} &= \text{jumlah pemakaian/jam} \times \text{harga pelumas/liter} \\
 &= 1,38 \text{ liter/jam} \times \text{Rp } 26.400/\text{liter} \\
 &= \text{Rp } 36.432/\text{jam}
 \end{aligned}$$

c) Biaya Filter

Untuk biaya filter diasumsikan sebesar 50% dari biaya pelumas di luar bahan bakar, yaitu Rp 18.216/jam.

d) Biaya Perbaikan Alat (*Repair Cost*)

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya perbaikan/jam} &= \text{Faktor dasar} \times \text{Faktor } \textit{extended-life} \\
 &= 9,0 \text{ USD/hr} \times 1,3 \\
 &= 11,17 \text{ USD/hr} \\
 &= \text{Rp } 117.000/\text{jam}
 \end{aligned}$$

e) Biaya Penggantian *Undercarriage*

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya } \textit{undercarriage}/\text{jam} &= 10,0 (0,2 + 0,2 + 0,5) \\
 &= 10,0 (0,9) \\
 &= 9 \text{ USD/hour} = \text{Rp } 90.000/\text{jam}
 \end{aligned}$$

f) Upah operator

$$\begin{aligned}
 \text{Upah operator/jam} &= \frac{\text{Upah operator /bulan}}{\text{Jam kerja /bulan}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 5.000.000/\text{bulan}}{210 \text{ jam /bulan}} \\
 &= \text{Rp } 23.809,52/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Total Biaya Operasi/Jam Bulldozer D9R :

$$\begin{aligned}
 \text{TB} &= \text{Solar} + \text{Pelumas} + \text{Filter} + \text{Repair} + \text{Undercarriage} + \text{Operator} \\
 &= \text{Rp } 600.376,46 + \text{Rp } 36.432 + \text{Rp } 18.216/\text{jam} + \text{Rp } 117.000 + \text{Rp } 90.000 + \text{Rp } 23.809,52 \\
 &= \text{Rp } 885.833,98/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3) Biaya Satuan Kerja untuk Alat Sendiri

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Produksi/bcm} &= \frac{\text{Biaya produksi /jam}}{\text{Produksi /jam}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 1.207.129,85/\text{jam}}{378 \text{ bcm /jam}} \\
 &= \text{Rp } 3.193,47/\text{bcm}
 \end{aligned}$$

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas maka dapat disimpulkan :

1. Estimasi produktivitas *ripping-dozing*/bulan dengan menggunakan Bulldozer Caterpillar D9R adalah 355.849,2 bcm (empiris) dan 389.428,2 bcm (spesifikasi produsen alat).
2. *Digging time* berbanding terbalik dengan persentase realisasi ketercapaian produksi dari Backhoe Caterpillar E385 CL. Rata-rata *digging time* yang menggali material hasil *ripping* adalah 08,88 detik dengan rata-rata persentase realisasi ketercapaian produksi yaitu 87%.
3. Biaya *ripping* batuan dengan menggunakan Bulldozer Caterpillar D9R adalah Rp 5.593,95/bcm untuk rental dan Rp 3.193,47/bcm untuk alat sendiri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesianto, Y. (2010). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta : Awan Poetih Offset.
- [2] Anonim. (2000). *Handbook of Ripping, 12<sup>th</sup> Edition*. United State of Amerika : Caterpillar Publication.
- [3] Hasan, H. (2008). Penggunaan Ripper dalam Membantu Excavator Backhoe Pada Pengupasan Overburden Tanpa Peledakan (Blasting) Pada Tambang Batubara Skala Kecil. *Jurnal Aplikasi*, 8(1), 29-33.
- [4] Anonim. (2013). *Arsip Geoteknik Interburden B2C Pada Tambang Banko Barat Pit-1*. Laporan Satuan Kerja Eksplorasi Rinci. Tanjung Enim : PT Bukit Asam (Persero), Tbk.
- [5] Holis, N. (2012). *Pengaruh Kekuatan Batuan Terhadap Tingkat Produksi Ripper di PT Kitadin, Site Embalun, Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur*. Skripsi. Fakultas Teknik : Universitas Mulawarman.
- [6] Anonim. (2013). *Caterpillar Performance Handbook, 43<sup>th</sup> Edition*. United State of Amerika : Caterpillar Publication.
- [7] Gransberg, D.G., Popescu C.M., Ryan R.C. (2006). *Construction Equipment Management for Engineers, Estimator, and Owner*. Atlanta : Taylor and Francis Group.
- [8] Rostiyanti S.F. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua*. Jakarta : Rineka Cipta.
- [9] Tenriajeng, A.T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta : Gunadarma.
- [10] Peurifoy and Schexnayder. (2002). *Construction Planning, Equipment, and Method*. New York : McGraw-Hill.